



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 45 112 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 H 53/02
F 01 L 1/047

②1 Aktenzeichen: 196 45 112.4
②2 Anmeldetag: 1. 11. 96
④3 Offenlegungstag: 14. 5. 98

D4

DE 196 45 112 A 1

⑦1 Anmelder:
Klaar, Roland, 42855 Remscheid, DE

⑦3 Vertreter:
von Creytz, D., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 41844
Wegberg

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Gebaute Nockenwelle**

⑤7 Es wird eine gebaute Nockenwelle mit einem Wellenkörper, auf dem gesondert hergestellte Nocken fixiert sind, beschrieben. Um zu erreichen, daß die einzelnen Nocken mit höchster Exaktheit und auch mit konkaven Umfangsbereichen bzw. Laufflächen herzustellen sind und zugleich der Wellenkörper in einer aus schwingungstechnischen Gesichtspunkten optimalen Weise auszuwuchten ist, wird ein durch Gießen, Schmieden oder dergleichen hergestellter Wellenkörper vorgesehen. An den Wellenkörper können abgesehen von den Nocken alle seine Funktionsteile, wie Kettenradaufnahme, Axiallager und Positionsgeber, herstellungsbedingt einstückig angeformt werden.

DE 196 45 112 A 1

Die Erfindung betrifft eine gebaute Nockenwelle, insbesondere für Brennkraftmaschinen, mit einem Wellenkörper, auf dem gesondert hergestellte Nocken fixiert sind. Gebaute Nockenwellen, beispielsweise mit einem Stahlrohr als Wellenkörper, können diverse an- bzw. aufgesetzte Teile besitzen, nämlich Nocken, Kettenradaufnahme, Axiallager, Axialagierschulter, Signalgeber, Kettenrad oder dergleichen.

Eine Nockenwelle wird als "gebaut" bezeichnet, wenn der Wellenkörper und die Nocken auf getrennte Weise hergestellt und die im wesentlichen fertig bearbeiteten Nocken auf dem Wellenkörper, z. B. daran aufstecken, fixiert werden. Solche gebauten Nockenwellen und ihre Montage werden beschrieben in DE 41 21 951 C1 und in DE 195 20 306 A1. Es gibt im Stand der Technik auch einstückig, also mit angeformten Nocken, hergestellte Nockenwellen, die z. B. aus Eisen gegossen sein können. Die Nockenwellen können auch bereits als Wellenkörper hergestellt werden; in dieser Zusammenfassung wird verwiesen auf Gb-Ps 15 96 442, Gb-Ps 191 202, JP-A-619 959, EP 0 154 787 B1 und EP 0 272 471 B1. Gegossene Nockenwellen werden in der Regel so hergestellt, daß sie die Nocken und sonstigen Funktionsteile bereits beim Gießen einstückig umfassen.

Bei modernen Brennkraftmaschinen, für die die hier beschriebenen Nockenwellen bevorzugt vorgesehen sind, werden mit Hilfe der Nocken nicht, wie früher, gerade Stößel, sondern Hebel mit angesetzter kleinen Rollen betätigt. Die Rollen laufen an den Nocken ab. Es werden dabei Nocken gebraucht, die nicht nur sehr exakt zu bearbeiten sind (Genauigkeit in der Größenordnung von Mikrometern), sondern auch wegen der Kinematik des Hebelgestanges wenigstens einen konkaven Bereich am Umfang erfordern. Unter einem "konkaven" Bereich wird in diesem Sinne ein Nocken-Umfangsabschnitt mit über zwei geometrische Wendepunkte abnehmendem und wieder zunehmendem Radius der Nocke bezeichnet. Über den konkaven Umfangsabschnitt läuft die Hebelrolle wie ein Autorad durch eine Nockenwelle. Selbstverständlich soll der konkave Umfangsbereich ebenso exakt wie die übrigen Teile des Nockenumfangs bearbeitet werden. Der Erfinder hat erkannt, daß diese Genauigkeitsvorschriften mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln nur bei einzelnen gefertigten Nocken, z. B. durch Schmieden, zu erreichen sind. Wenn Hebelgestänge durch die Nocken zu betätigen sind, kommen also praktisch nur gebaute Nockenwellen in Frage.

In der Praxis werden Nockenwellen von Brennkraftmaschinen bereits nach schwingungstechnischen Gesichtspunkten durch Formgebung des Wellenschatts gewuchtet, so daß möglichst bei allen in Frage kommenden Drehzahlen eine optimale Laufruhe vorliegt. Eine solche Wuchtung kommt bei einer, beispielsweise ausgehend von einem Stahlrohr, gebauten Nockenwelle nicht wirklich in Frage, da man ein Stahlrohr mit wirtschaftlichen und sicherheitstechnisch vertretbaren Mitteln sowie mit der zugleich geforderten Mikrometer-Genauigkeit nicht wuchten kann. Derartig optimal gewuchtete Nockenwellen gibt es im Handel nur als Eisenguß. Bei diesen Nockenwellen lassen sich aber (siehe oben) die Nocken selbst nicht mit der von der modernen Technik geforderten Genauigkeit bearbeiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nockenwelle zu schaffen, deren Nocken sich wie bei einer gebauten Nockenwelle (vor dem Zusammenbau) exakt bearbeiten lassen und deren Wellenkörper sich wie bei einer gegossenen Nockenwelle den Auswuchtvorschriften entsprechend formen läßt.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht für die eingangs

genannte gebaute Nockenwelle mit einem Wellenkörper, auf dem gesondert hergestellte Nocken fixiert werden können, darin, daß ein durch Gießen hergestellter Wellenkörper vorgesehen ist. Im Rahmen der Erfindung kann der Wellenkörper alternativ aber auch unter anderem durch Schmieden hergestellt werden.

Demgemäß wird durch die Erfindung eine gegossene, geschmiedete usw. Nockenwelle zur Aufnahme einer Vielzahl von Nockenteilen zur Herstellung einer zusammengesetzten bzw. gebauten Nockenwelle geschaffen. Diese Nockenwelle soll gemäß weiterer Erfindung mit Ausnahme der eigentlichen Nocken möglichst alle ihre weiteren Funktionsteile, wie Kettenradaufnahme, Axiallager und Positionsgeber, herstellungsbedingt bzw. einstückig als festen Bestandteil des Gußkörpers, Schmiedekörpers oder dergleichen umfassen. An den Wellenkörper sollen also außer den eigentlichen Nocken die anderen Funktionsteile bei der Wellenherstellung einstückig angeformt werden.

Es kommt bei der erfindungsgemäßen Nockenwelle weniger auf die Herstellungsart (Gießen, Schmieden oder dergleichen) als auf das Herstellungsergebnis an. Die Welle soll so ausgebildet sein, als sei sie gegossen. Der Einfachheit halber wird daher im folgenden oft nur einer gegossenen Nockenwelle gesprochen.

Dadurch, daß erfindungsgemäß ein einschließlich der genannten weiteren Funktionsteile einstückig gegossener Wellenkörper verwendet wird, können die bei herkömmlich (aufbauend auf einem Stahlrohr) gebauten Nockenwellen erforderlichen Sonderarbeiten zum Aufbringen oder Fixieren der genannten weiteren Funktionsteile, wie Kettenradaufnahme, Axiallager und Positionsgeber, überraschenderweise im wesentlichen eingespart werden. Diese Teile erfordern nämlich beim Ausformen des Wellenkörpers nur Nachbearbeitungen mit geringerer Genauigkeit als die Nocken.

Die erfindungsgemäße Kombination der Herstellungsschritte von herkömmlich gebauten Nockenwellen und herkömmlich gegossenen Nockenwellen bringt also den unerwarteten technischen und wirtschaftlichen Vorteil, daß die hoch exakt zu bearbeitenden Nocken getrennt herstellbar und die weniger exakt zu bearbeitenden übrigen Funktionsteile zusammen mit dem Wellenkörper herstellbar sind. Damit läßt sich eine so präzise wie eine gebaute Nockenwelle mit etwa dem geringen Aufwand einer insgesamt gegossenen Nockenwelle produzieren.

Ein entscheidender Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der gegossene Wellenkörper bereits bei seiner Herstellung in einer vorgegebenen Weise schwingungstechnisch optimal ausgewuchtet zu formen ist. Gemäß weiterer Erfindung kann nämlich die Welle mit Vorteil bei der Herstellung (Gießen, Schmieden usw.) den vorbestimmten Auswuchtregeln entsprechend profiliert werden.

Es kommen im Rahmen der Erfindung sowohl massive als auch hohle Wellenkörper in Frage. Die Wellenkörper von Nockenwellen lassen sich z. B. nach der eingangs genannten EP 0 272 471 B1 unter Verwendung von Glaskörpern mit durchgehendem Loch, mit Sacklöchern und/oder innerem Hohlraum gießen. Es liegt im Rahmen der Erfindung, beim Gießen des jeweiligen Hohlraums bereits eine auf der Innenseite der Welle vorgegebene Profilierung unmittelbar zu erzeugen, so daß die Welle im wesentlichen schon bei diesem ersten Herstellungsgang den vorbestimmten schwingungstechnischen Gesichtspunkten entsprechend ausgewuchtet fabriziert wird. Zusätzlich oder an die Stelle dieser Innen-Profilierung kommt gemäß noch weiterer Erfindung eine Außen-Profilierung - insbesondere auch entsprechend der vorgesehenen Auswuchtung - in Frage.

Der Wellenkörper kann im Rahmen vorliegender Erfindung aus metallischem oder nicht metallischem Werkstoff,

insbesondere aus Eisen-Kohlenstoff-Material, aus legiertem oder unlegiertem Eisen, aus Lamellen- oder Kugelgraphiteisen oder -stahlguß sowie aus Spritzguß und dergleichen im Motorenraum von Brennkraftmaschinen einsetzbaren Materialien, bestehen. Die Erfindung bezieht sich im engeren Sinne nur auf den einstückig mit den zusätzlich zu den Nocken erforderlichen Funktionsteilen aber ohne exakt nachzubearbeitende Nocken hergestellten und gegebenenfalls gewuchten Wellenkörper. Die einzeln produzierten Nocken selbst können entsprechend bekannten Fügeprozessen (vgl. die oben genannten DE 41 21 951 C1 und DE 195 20 306 A1) nach im wesentlichen vollständiger Vorbearbeitung auf dem Wellenkörper fixiert werden.

Anhand der schematischen Darstellung von Ausführungsbeispielen werden Einzelheiten der Erfindung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine herkömmlich gebaute Nockenwelle, teilweise im Schnitt;

Fig. 2 eine erfindungsgemäß gebaute Nockenwelle mit gegossenem Wellenkörper;

Fig. 3 das gegossene Rohteil des Wellenkörpers nach Fig. 2; und

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine einzelne Nocke.

Fig. 1 zeigt eine gebaute Nockenwelle 1 mit einem Wellenkörper 2, auf dem gesondert hergestellte Nocken 3 fixiert sind. Zum Fixieren der einzelnen Nocke 3 können in einen Bund 4 des Wellenkörpers 2 eingesetzte, gewellte Spannhülsen 5 dienen. Auf den Wellenkörper 2, der nach Fig. 1 vorzugsweise aus einem Stahl ihr herzustellen ist, müssen zum Vervollständigen der Nockenwelle 1 in der Regel eine Nabe bzw. Kettenradaufnahme 6, ein Axiallager 7 mit Schulter 8 und meist auch ein asymmetrischer Positionsgeber 9 (für die erste Zylinder-Totpunkt-Erkennung) fixiert werden. Die Aufnahme 6 und/oder die Schulter 8 können auch selbst als Kettenrad ausgebildet werden. Die Teile 6 bis 9 müssen für die Vervollständigung einer herkömmlich gebauten Nockenwelle 1 nach Fig. 1 gesondert hergestellt werden.

Die Fig. 2 und 3 insgesamt mit 11 bezeichnete erfindungsgemäße Nockenwelle mit aus Gußeisen bestehendem Wellenkörper 12 sieht äußerlich im wesentlichen genauso aus, wie die ganz gebaute Nockenwelle 1 nach Fig. 1. Insbesondere können die Nocken 3 mit Bund 4 und Spannhülse 5 praktisch genauso aufgebracht werden wie nach Fig. 1. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch darin, daß die Aufnahme 16, das Axiallager 17, die Schulter 18 und der (asymmetrische) Signalgeber 19 bereits einstückig am Wellenkörper 11 bei der Herstellung des Rohkörpers 20 nach Fig. 3 entstehen. Selbstverständlich soll der gegossene Rohkörper 20 vor der Weiterverarbeitung, insbesondere vor dem Aufbringen der Nocken 3, an seiner Oberfläche bearbeitet werden; beispielsweise kann eine Außenschicht 21 abgetragen werden, so daß die Kontur nach Fig. 2 entsteht. Beim Abtragen der Außenschicht 21 können auch die Bunde 4 an den für die Nocken 3 vorgesehenen Positionen erzeugt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Nockenwelle besteht darin, daß der Wellenkörper 12 bereits in seiner Form als Rohkörper 20 (Fig. 3) durch das Gießen (gegebenenfalls auch durch das Schmieden usw.) in der nach schwingungstechnischen Gesichtspunkten optimalen Weise ausgewuchtet fabriziert werden kann. In diesem Sinne können bereits beim Gießen an der Oberfläche des Rohkörpers 20 Einbuchtungen 22 an bestimmten Stellen der Oberfläche vorgesehen werden. Beispielsweise kann der Wellenkörper 12 im Bereich zwischen jeweils zwei Nocken 3, an denen keine Lager 23 erforderlich sind, einen ovalen, rechteckigen oder dergleichen unrunder Querschnitt erhalten, um die gewünschte Auswuchtung zu erreichen. Die Verformung zwecks Wuchtung soll so erfolgen, daß das Aufsetzen der

Nocken 3 nicht behindert wird; Ausbuchtungen der Außenfläche sind also in der Regel nicht zulässig.

Erfindungsgemäß kann die durch die beschriebene Profilierung der Wellenkörper-Außenfläche erreichte Auswuchtung aber auch oder zusätzlich durch entsprechende Profilierung einer hohl gegossenen (oder auf andere Weise hohl gestellten) Nockenwelle erreicht werden. Wenn beispielsweise innerhalb des gegossenen Wellenkörpers 12 bzw. des Rohkörpers 20 ein sackförmiger Hohlraum 24 nach Fig. 2 oder 3, z. B. durch Einsetzen eines Quarzgutkerns, gebildet wird, kann bei entsprechender Formgebung des Kerns bereits beim Gießen auf der Innenfläche eine Profilierung mit Ausbuchtungen 25 oder Einbuchtungen 26 so hergestellt werden, daß die Welle nach vorgegebenen, z. B. berechneten, Regeln bereits als Rohkörper ausgewuchtet ist.

Fig. 4 zeigt als Beispiel den Querschnitt einer erfindungsgemäß auf dem Wellenkörper 12 zu befestigenden Nocke 3, die an einer Stelle ihrer Laufläche, also ihres Umfangs 27, einen konkaven Bereich 28 mit zwei Wendepunkten 29 besitzt. Übrigens kann die Innenfläche 30 der Nocke 3 mit einem Wellenprofil passend zum Wellenprofil der Spannhülse 5 (Fig. 1 und 2) ausgestattet werden.

Es wird eine gebaute Nockenwelle mit einem Wellenkörper, auf dem gesondert hergestellte Nocken fixiert sind, beschrieben. Um zu erreichen, daß die einzelnen Nocken mit höchster Exaktheit und auch mit konkaven Umfangsbereichen bzw. Lauflächen herzustellen sind und zugleich der Wellenkörper in einer aus schwingungstechnischen Gesichtspunkten optimalen Weise auszuwuchten ist, wird ein durch Gießen, Schmieden oder dergleichen hergestellter Wellenkörper vorgesehen. An den Wellenkörper können abgesehen von den Nocken alle seine Funktionsteile, wie Kettenradaufnahme, Axiallager und Positionsgeber, herstellungsbedingt einstückig angeformt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Nockenwelle (Fig. 1)
- 2 Wellenkörper (Fig. 1)
- 3 Nocke
- 4 Bund
- 5 Spannhülse
- 6 Kettenradaufnahme
- 7 Axiallager
- 8 Schulter (7)
- 9 Signalgeber
- 11 Nockenwelle (Fig. 2 und 3)
- 12 Wellenkörper (Fig. 2 und 3)
- 16 Kettenradaufnahme (Fig. 2)
- 17 Axiallager (Fig. 2)
- 18 Schulter von 17 (Fig. 2)
- 19 Signalgeber
- 20 Rohkörper
- 21 Außenschicht (20)
- 22 Einbuchtung
- 23 Lager
- 24 Hohlraum
- 25 Ausbuchtung (24)
- 26 Einbuchtung (24)
- 27 Umfang (3)
- 28 konkaver Bereich (27)
- 29 Wendepunkt (28)
- 30 Innenfläche (3)

Patentansprüche

1. Gebaute Nockenwelle, insbesondere für Brennkraftmaschinen, mit einem Wellenkörper, auf dem ge-

sondert hergestellte Nocken (3) fixiert sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein durch Gießen hergestellter Wellenkörper (12) vorgesehen ist.

2. Gebaute Nockenwelle, insbesondere für Brennkraftmaschinen, mit einem Wellenkörper, auf dem gesondert hergestellte Nocken (3) fixiert sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein durch Schmieden hergestellter Wellenkörper (12) vorgesehen ist.

3. Nockenwelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den Wellenkörper (12) außer den Nocken (3) alle seine Funktionsteile, wie Kettenradaufnahme (16), Axiallager (17) mit Schulter (18) und Positionsgeber (19), herstellungsbedingt einstückig angeformt sind.

4. Nockenwelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wellenkörper (12) außen (22) und/oder innen (25, 26) profiliert ist.

5. Nockenwelle nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wellenkörper (12) aus metallischem oder nicht metallischem Werkstoff, insbesondere aus Eisen-Kohlenstoff-Material, aus legiertem oder unlegiertem Eisen, aus Lamellen- oder Kugelgraphiteisen- oder -stahlguß, aus Spritzguß oder dergleichen im Motorenraum einer Brennkraftmaschine einsetzbarem Werkstoff, besteht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

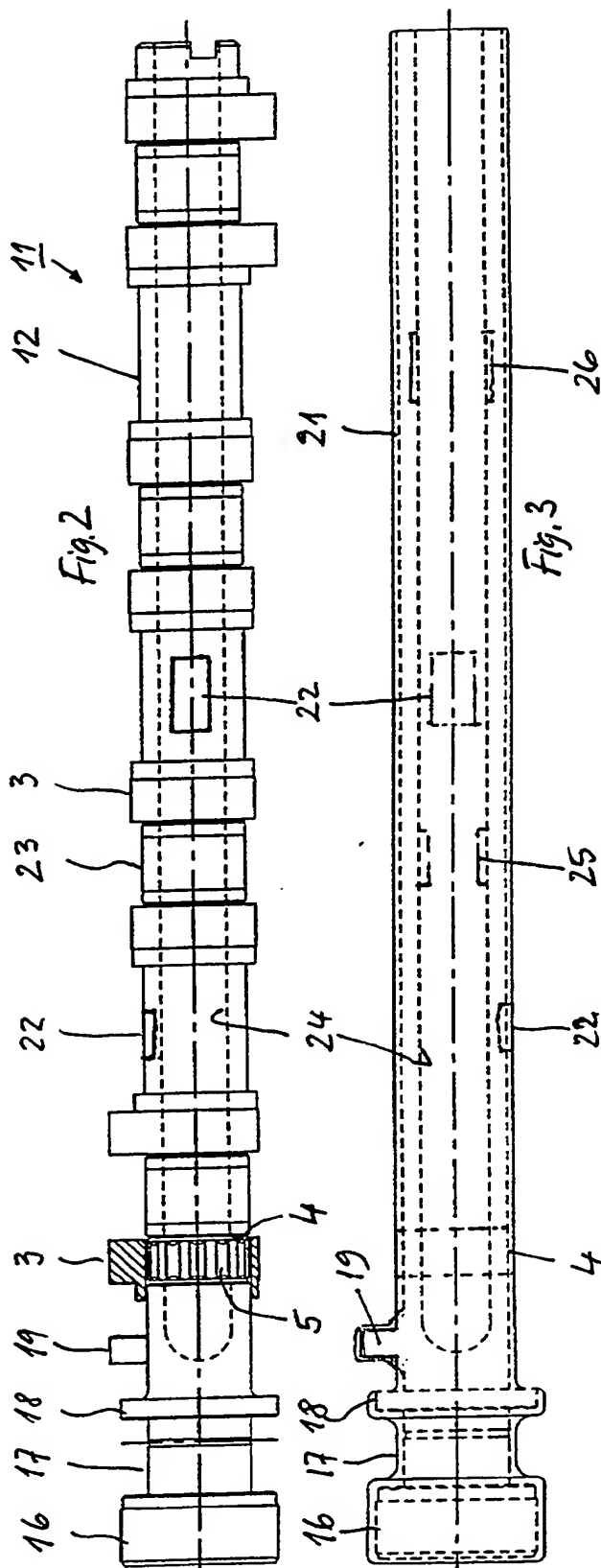
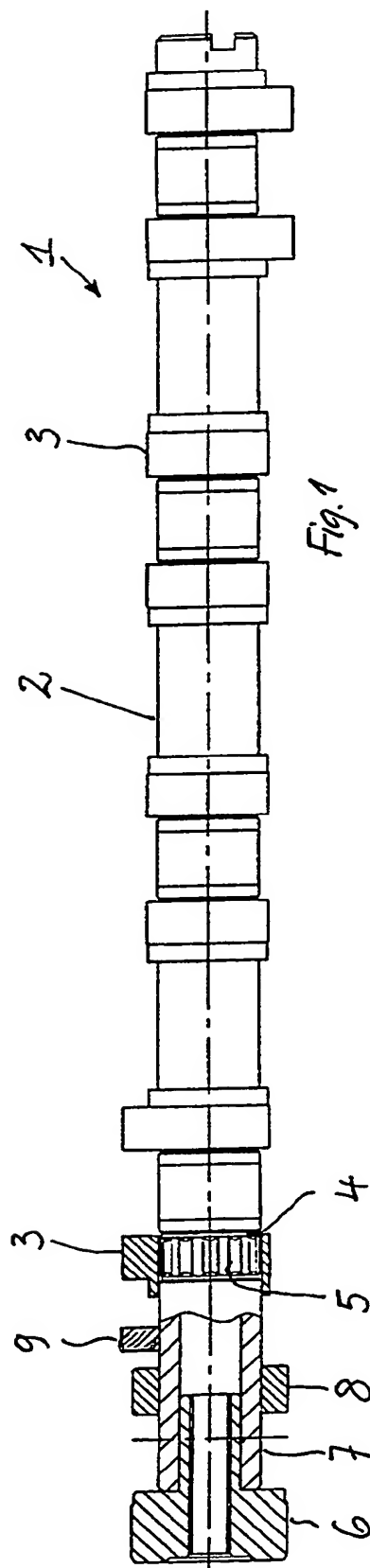
45

50

55

60

65



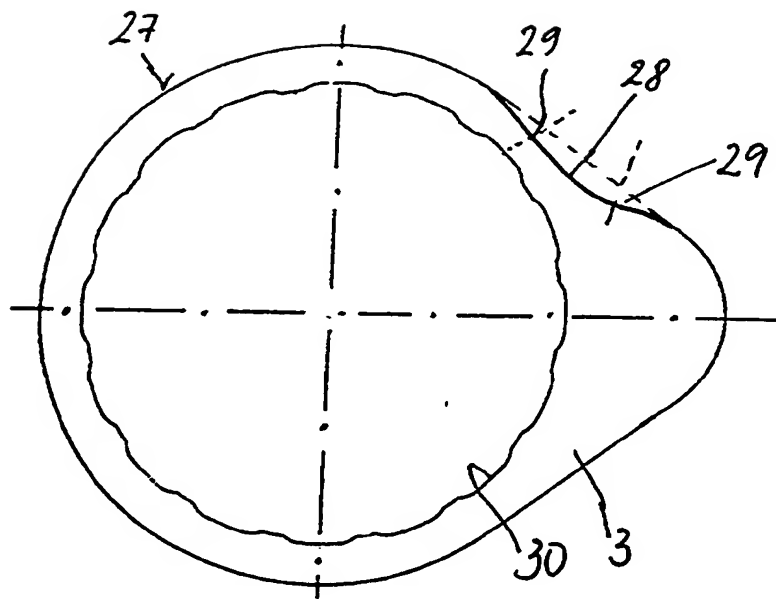


Fig.4